

Publication 3 (JP-A-H4-209968)
Application No.: H2-400616
Date of Application: December 6, 1990
Publication No.: JP-A-H4-209968
Date of Publication: July 31, 1992
Applicant: NGK SPARK PLUG Co., LTD

<Spot translations>

[Scope of Claims]

[Claim 1]

An ignition device for internal combustion engine comprising:

a spark plug of which a point end of a center electrode has a 0.3 to 0.6mm diameter; and

a secondary voltage circuit of which a duration time of an induction component of a spark discharge is 1.0msec or less and 0.2msec or more with spark energy of 20 millijoules or less and 5.0 millijoules or more, when an engine speed is 1000rpm or less to reduce the spark energy while shortening the duration time according to increasing the engine speed further with generated voltage by the ignition coil maintainable.

[0003]

It is known that the diameter of the firing part of the center electrode should be made small to simultaneously achieve a reduction of the required voltage of the spark plug and improve ignition performance. Therefore, a spark plug including a center electrode formed from precious metal, such as platinum, and having a small diameter (a diameter of 0.8mm or more) has been developed.

Publication 4 (JP-A-2000-223239)

Application No.: H11-310523

Date of Application: November 1, 1999

Publication No.: JP-A-2000-223239

Date of Publication: August 11, 2000

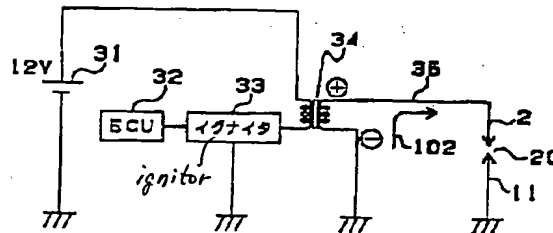
Applicant: NGK SPARK PLUG Co., LTD

<Spot translations>

[0050]

FIG. 11 is a circuit diagram of a positive polarity ignition system. A battery 31 is connected to a primary coil of an ignition coil 34. The other end of the primary coil is connected to grounded, via an igniter 33. The igniter 33 is connected to an engine control computer unit (ECU) 32 and controlled. A negative voltage side of the secondary coil of the ignition coil 34 is grounded, opposite of what ordinarily is grounded, and the positive voltage side of the secondary coil is connected to the spark plug 20, via the high-voltage-resistant cable 35. Any of the intermittent semi-creeping discharge type spark plug according to the first embodiment to the seventh embodiment, described above, is used as the spark plug 20.

Fig. 11



Publication 5 (JP-A-2000-228322)

Application No.: H11-30163

Date of Application: February 8, 1999

Publication No.: JP-A-2000-228322

Date of Publication: August 15, 2000

Applicant: Hitachi, Ltd.

<Spot translations>

[0045]

Here, to secure the strength of the secondary coil bobbin 2, it goes without saying that a thick bobbin is more effective. However, the pencil coil is generally required to be inserted into a narrow plug hole of about $\phi 19$ to $\phi 28$ mm. Therefore, the outer diameter of the coil to be inserted is about $\phi 18$ to $\phi 27$ mm, including the side core. The epoxy resin 8 is required to fill the narrow space so as to eliminate flaws such as voids in gaps between the constituent elements, such as the coil case 6, the primary coil 5, the primary coil bobbin 4, the secondary coil 3, the secondary coil bobbin 2, the center core 1, and the like, and the gaps in the constituent elements themselves. Therefore, the thickness of each part is preferably reduced as much as possible.

【物件名】

刊行物 (5)

【添付書類】



刊行物 (5)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-228322

(P2000-228322A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000. 8. 15)

(51) Int. Cl.	識別記号	P I	テコード (参考)
H 0 1 F 38/12		H 0 1 F 31/00	5 0 1 J 3 G 0 1 9
F 0 2 P 15/00	3 0 3	F 0 2 P 15/00	3 0 3 A 5 E 0 4 4
H 0 1 F 27/32		H 0 1 F 27/32	B
		31/00	5 0 1 E

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-30163

(22) 出願日 平成11年2月8日 (1999. 2. 8)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 中林 研司

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器事業部内

(72) 発明者 横田 淳一

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器事業部内

(74) 代理人 100061893

弁理士 高橋 明夫 (外1名)

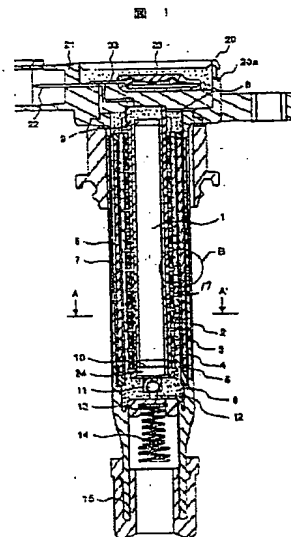
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関用点火コイル

(57) 【要約】

【課題】 過酷な温度環境にさらされる独立点火形点火コイルの二次ボビンの熱応力を低減してボビンの割れ防止を図り、電気的絶縁の健全性を図る。

【解決手段】 内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルであって、コイルケース6内に内側から順にセンタコア1、二次ボビン2に巻かれた二次コイル3、一次ボビン4に巻かれた一次コイル5が同心状に配置され、これらの構成部材間にエポキシ樹脂8や軟質エポキシ17が充填されている。一次コイル5外表面には、エポキシ樹脂8との剥離を促進するための被膜が形成され、この剥離部50が一次コイル5との間や、一次コイル5の層間に存在することで、二次ボビン2内部に生じる熱応力のうち一次コイル5と二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる。



(2)

特開 2000-228322

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のプラグホールに内挿されて各点火プラグに直結して使用され、その内挿される部分の外径が $\phi 18 \sim \phi 27$ mmの独立点火形の内燃機関用点火コイルであって、コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填されている内燃機関用点火コイルにおいて、

前記一次ボビンと前記一次コイルとの間、或いは/及び、前記一次コイルの層間に、二次ボビン内部に生じる熱応力のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる空隙部を前記絶縁用樹脂と共存させたことを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項2】 内燃機関のプラグホールに内挿されて各点火プラグに直結して使用され、その内挿される部分の外径が $\phi 18 \sim \phi 27$ mmの独立点火形の内燃機関用点火コイルであって、コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填されている内燃機関用点火コイルにおいて、前記二次ボビンが無機物の充填材を20重量%以上含有する変性PPEよりなり、前記一次ボビンと前記一次コイルとの間、或いは/及び、前記一次コイルの層間に、二次ボビン内部に生じる熱応力のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる空隙部を前記絶縁用樹脂と共存させたことを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項3】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、前記一次ボビンと前記一次コイルとの間、或いは/及び、一次コイルの層間に、二次ボビン内部に生じる熱応力のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる空隙部を前記絶縁用樹脂と共存させたことを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項4】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、前記一次ボビンと前記一次ボビン・一次コイル間に充填される絶縁用樹脂との間、該一次ボビン・一次コイル間

2

に充填される絶縁用樹脂と前記一次コイルとの間、前記一次コイルと該一次コイルの層間に充填される絶縁用樹脂との間の少なくとも一つに剥離部が形成されていることを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項5】 前記二次ボビンは、変性PPEが45～60重量%、ガラス繊維が15～25重量%、非繊維状の無機質充填材が15～35重量%である請求項1ないし4のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項6】 前記二次ボビンは、樹脂成形の樹脂流動方向がボビン軸方向でこの樹脂流動方向に対して直角方向の線膨張率が、ASTM D 896に準ずる試験方法で $-30^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ の平均が $35 \sim 75 \times 10^{-3} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ である請求項1ないし5のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項7】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、

前記一次コイルには、該一次コイルと一次コイル周囲に充填されている絶縁用樹脂との間を剥離し易くした被膜或いは被覆が施されていることを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項8】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、前記一次ボビンのうち一次コイルを巻く側のボビン表面に、該ボビン表面とこのボビン表面周囲の絶縁用樹脂との間を剥離し易くした被膜或いは被覆が施されていることを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項9】 前記被膜或いは被覆の材料は、ナイロン、ポリエチレン、テフロン、のいずれか一つを含有させた絶縁材料である請求項7又は8記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項10】 前記一次ボビンは、ゴムを含有するポリブチレンテレフタレートよりなる請求項1ないし9のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項11】 前記センタコアは、前記二次ボビンの内側に配置される前に予め弾性を有する絶縁部材により被覆され、この被覆されたセンタコアが二次ボビン内に配置されてセンタコアと二次ボビン間に硬質エポキシ樹脂が充填されている請求項1ないし10のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エンジンの点火ブ

50

(3)

特開 2000-228322

3

ラグごとに装着されて各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エンジンのプラグホールに装着されて各点火プラグと個別に直結される独立点火形のエンジン用点火コイル装置が開発されている。この種の点火コイル装置は、ディストリビュータを不要とし、その結果、ディストリビュータ、その高圧コード等で点火コイルへの供給エネルギーが低下するようなことがなく、しかも、点火エネルギーの低下といった配慮をすることなく点火コイルを設計できるために、コイル容積を小さくし、点火コイルの小形化を図ると共に、ディストリビュータの廃止によりエンジンルーム内の部品装着スペースの合理化を図れるものとして評価されている。

【0003】このような独立点火形の点火コイルは、コイル部の少なくとも一部がプラグホール内に導入されて装着されるためプラグ内装式と称せられ、またコイル部はプラグホールに挿入されるためにペンシル形に細長くペンシルコイルと通称され、細長円筒形のコイルケースの内部にセンタコア（磁路鉄心で柱系銅板を多数積層したもの）、一次コイル、二次コイルを内装している。一次コイルに流す電流の通電、遮断制御により二次コイルに点火に必要な高電圧を発生させるもので、これらのコイルは、通常それぞれのボビンに巻かれ、センタコアの周囲に同心状をなして配置されている。一次、二次コイルを収納するコイルケース内には、絶縁用樹脂を充填（注入硬化）させたり絶縁油を封入することでコイルの絶縁性を保証している。公知例としては、例えば特開平 8-255719号公報、特開平 9-7860号公報、特開平 9-17662号公報、特開平 8-93616号公報、特開平 8-97057号公報、特開平 8-144918号公報、特開平 8-203757号公報等に記載のものがある。

【0004】ペンシルコイルには、一次コイルを内側、二次コイルを外側に配置するものと、二次コイルを内側、一次コイルを外側に配置するものがある。このうち後者の方式（内二次コイル構造）は前者の方式（外二次コイル構造）に比べ二次コイルの全長が短く、二次コイル側の静電浮遊容量が小さいため出力特性の面で有利な点があるとされている。

【0005】すなわち、二次電圧出力及びその立上り特性は静電浮遊容量に影響され、静電浮遊容量が大きくなるほど出力が低下し立上りに遅れが生じる。したがって、静電浮遊容量の小さい内二次コイル構造の方が、小形、高出力化に適していると考えられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この種の独立点火形の点火コイル装置のうちコイルケース内の構成部材間（センタコア、ボビン、コイル等の間及びコイルの層間等）に絶縁用樹脂（例えばエポキシ樹脂）を充填する方式の

4

ものは、絶縁油を封入する方式のようなシーリング対策を不要とし、また、センタコア、ボビン、コイル等の構成部材を絶縁用樹脂に埋設するだけで自ずと固定できるので、これらの構成部材の固定も絶縁油方式に比べて簡易であり、装置全体の簡略化及び取り扱いの容易性を図れるものとして評価されている。

【0007】ただし、点火コイル装置の構成部材間に絶縁用樹脂としてエポキシ樹脂を注入硬化（充填）するが、通常、エポキシ樹脂の硬化温度は100℃以上であり、硬化温度以下の低温では、絶縁用樹脂やボビン材は、構成部材間の線膨張率差（ボビン、コイル、センタコア、絶縁用樹脂等の線膨張係数差）に基づく熱応力が加わるので、熱応力によるクラック、及び部材間界面剥離の防止対策を講じる必要がある。

【0008】例えば、内二次コイル構造方式の場合には、

①まず第1には、線膨張率差の大きなセンタコアと二次ボビンとの間の熱応力をいかに低減するかが重要なポイントである。そのため、センタコアと二次ボビンとの間に充填される絶縁用樹脂として、硬質エポキシ樹脂に代わって少なくとも常温以上では軟質性を有する軟質エポキシ樹脂（可塑性エポキシ樹脂；エラストマー）等を用いて熱衝撃吸収を図ったり、予め弾性を有する絶縁部材を被覆したセンタコアを二次ボビン内に挿入し全体を硬質エポキシ樹脂で封止し絶縁性を確保している。

【0009】②また、ボビン材の割れ発生は、センタコア、一次コイル、二次コイルとボビン材（樹脂）との線膨張率差により生じるボビン内部応力（熱応力）が主たる原因となっており、特に、内二次コイル構造式においては、ボビン材のうち二次ボビンに最も割れが生じやすい傾向（この割れはボビン軸方向に生じるいわゆる縦割れである）があることが、本発明者らの熱サイクル試験（130℃～-40℃の熱サイクル試験）によって解明されている（130℃～-40℃の熱サイクル試験は寒冷地における過酷なエンジン使用環境条件を想定したものである）。

【0010】このような二次ボビンの割れ発生メカニズムは、ボビン材の線膨張率がセンタコア、コイル材に比べて大きいために生じる。すなわち、点火コイルがエンジン運転停止後に温度低下により熱収縮する場合、二次ボビンの熱収縮、特に周方向の熱収縮度合いは、センタコアやコイル材（一次コイル、二次コイル）のそれよりもはるかに大きい。したがって、二次ボビンが熱収縮しようとする、内側ではセンタコアがこれを受けることになり（二次ボビンとセンタコア間に介在する樹脂が軟質エポキシ樹脂のようなエラストマーである場合には、ガラス転移点以下の温度のときにセンタコアが二次ボビンの熱収縮しようとする力を受ける）、その結果、二次ボビンはセンタコアとの関係では相対的にセンタコア側からの力を受けて周方向に並進力が作用する。また、

(4)

特開2000-228322

5

二次ボビンが熱収縮しようとする、二次ボビンより線膨張率の小さい一次コイル、二次コイルは絶縁用樹脂を介して二次コイルの熱収縮を抑えようとする力が働く（換言すれば二次ボビンの周方向に引っ張り力を与える）。それらの相乗作用により二次ボビンには、大きな内部応力（熱応力） σ が発生し、これが二次ボビンに縦割れを生じさせる原因となる。

【0011】このような二次ボビンの縦割れは、センタコアと二次コイル間との間に電界集中ひいては絶縁破壊をもたらすことになる。

【0012】本発明の目的は、プラグホール内に装着されて過酷な温度環境にさらされる独立点火形の点火コイルにおいて、上記したような二次ボビンの割れ防止を図り、電気的絶縁の健全性を保持してこの種点火コイル装置の高品質、高信頼性を図ることにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、基本的には、次のような課題解決手段を提案する。

【0014】（1）すなわち、第1の発明は、コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、前記一次ボビンと前記一次コイルとの間、或いは／及び、一次コイルの層間に、二次ボビン内部に生じる熱応力のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる空隙部を前記絶縁用樹脂と共存させたことを特徴とする。

【0015】この空隙は、例えば、一次ボビンと一次ボビン・一次コイル間に充填される絶縁用樹脂（例えばエポキシ樹脂）との間、該一次ボビン・一次コイル間に充填される絶縁用樹脂と一次コイルとの間、一次コイルと該一次コイルの層間に充填される絶縁用樹脂との間の少なくとも一つに剥離部を形成することで、得られる。

【0016】より具体的態様としては、一次コイルと一次コイル周囲に充填されている絶縁用樹脂との間を剥離し易くした被膜或いは被覆を一次コイルに施したり、一次ボビンのうち一次コイルを巻く側のボビン表面（ボビンの外側の面）に、該ボビン表面とこのボビン表面に接する絶縁用樹脂との間を剥離し易くした被膜或いは被覆を塗布等により施したり、これに代わりエポキシと接着力の弱い絶縁シートを貼り付けるものを提案する。これらの被膜或いは被覆として、例えば、ナイロン、ポリエチレン、テフロン等の滑り性のある材料及びエポキシ樹脂と接着力の小さい材料を絶縁材料に含有させたオーバーコーティングがある。

【0017】エポキシ硬化後、温度が下がる時に銅とエポキシの線膨張係数差により、エポキシと一次コイル又

6

は一次ボビン界面とに引っ張り応力が働き、エポキシと接着力が弱い部分で剥離が発生する。

【0018】本発明の作用としては、点火コイルがエンジン運転停止後に温度降下により熱収縮しようとする、二次ボビンには、センタコア側からは熱収縮差（線膨張率差）により相対的に周方向に抗張力が作用し、また、一次コイル、二次コイル側からは絶縁用樹脂を介して相対的に周方向の引っ張り力が二次コイルに作用し、それらの相乗作用により二次ボビンには、大きな内部応力 σ が発生するが、本発明では、一次ボビンと一次コイルとの間や或いは／及び、前記一次コイルの層間に、空隙（例えば上記の剥離部）を介在させることで、一次コイルから二次ボビンに作用する周方向の引っ張り力の経路を遮断することが可能になる。

【0019】したがって、二次ボビン内部に生じる応力 σ のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分 σ_1 を減少させることで、トータルの内部応力 σ を大幅に小さく（緩和）することが可能になる。本発明者らのCAE（Computer Aided Engineering）解析例によれば、上記した応力分 σ_1 を減少させることで、全体の内部応力の少なくとも20%は低減させることが可能になる。なお、このような内部応力の低減値は、点火コイルが内燃機関のプラグホールに内挿されて各点火プラグに直結して使用され、その内挿される部分の外径が $\phi 18 \sim \phi 27 \text{ mm}$ （このサイズの細長円筒形タイプの点火コイルは、通常、一次ボビン肉厚が0.5～1.2 mm、二次ボビン肉厚が0.7～1.6 mm、ボビン長さが50～150 mmである）のものによって確認された。

【0020】なお、上記のような空隙（例えば剥離部）を一次ボビンと一次コイルとの間、或いは／及び、一次コイルの層間に設けても、一次コイルは低電位（ほぼ接地電位）であるので、一次コイル同士での電界集中が発生せず、また、二次コイル・絶縁用樹脂・一次ボビン間が隙間なく密着していれば、一次コイル・二次コイル間の絶縁を十分に確保でき、しかも、二次コイルの線間電圧による電界集中防止を十分に図れることが試験結果、確認されており、絶縁破壊の発生を防止できる。（2）さらに、上記の第1の発明に加えて、例えば、二次ボビンとして変性PPE（変性ポリフェニレンエーテル）を用いた場合、二次ボビンが無機物の充填材（ガラス繊維、マイカ、タルク等）を20%以上含有させることで、二次ボビンの材質改善の見地から、内部応力 σ をさらに小さくすることができる。

【0021】変性PPEは、絶縁用樹脂となるエポキシ樹脂との接着性に優れ、また、成形性、絶縁性が良好であるので、二次ボビンの品質安定化に貢献できるが、20重量%以下の無機質充填材では、他の構成部材（センタコア、一次コイル、二次コイル等）との間の線膨張率差が大きくなり、内部応力（熱応力） σ が大きくなる。

50

7

例えば、CAE解析例によれば、上記した σ_c の減少がない場合には、二次ボビンに発生する内部応力 σ は、点火コイルを130℃から-40℃の温度環境において急激に温度降下させた場合に、約80~100MPaといった大きな値になる。これに対して、本発明によれば、内部応力 σ を70MPa以下まで下げることが可能になり、二次ボビンの縦割れ防止を図ることができた。なお、二次ボビンの成形性（樹脂流動性）を保持しつつ、内部応力 σ を下げる最速例としては、変性PPEが45~60重量%、ガラス繊維が15~25重量%、非繊維状の無機質充填材が15~35重量%のものを提案する。この詳細は、実施の形態の項で説明する。

【0022】さらに、上記の内部応力 σ を下げる線膨張率の観点からすれば、特に、樹脂成形の樹脂流動方向がボビン軸方向である場合には、この樹脂流動方向に対して直角方向（ボビンの半径方向及び周方向に相当するもので、特に、周方向の内部応力を抑えることがボビン縦割れ防止のポイントとなる）の線膨張率が、上記のような無機質充填材が含有量の制限の範囲内で、ASTM D 886に準ずる試験方法で-30℃~-10℃時の平均が35~75×10⁻⁶mm/℃であるものが好ましい結果が得られた。この詳細は、実施の形態の項で説明する。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を図面により説明する。

【0024】図1は本発明の一実施例に係る内燃機関用点火コイルの縦断面図、図2はそのB部を拡大して横にした状態で示す図、図3は図1のA-A'横断面図である。

【0025】細長円筒形ケース（外装ケース）8の内部には、中心（内側）から外側に向けて、センタコア1、二次ボビン2に巻かれた二次コイル3、一次ボビン4に巻かれた一次コイル5が同心状に配置されている。外装ケース8の外側には、センタコア1と磁路を形成するサイドコア7が装着されている。

【0026】センタコア1は、その断面積を増やすように、例えば図3に示すように、幅長を数段階に設定した多数の珪素鋼板或いは方向性珪素鋼板をプレス積層してなる。センタコア1の軸方向の両端には該センタコア1に隣接してマグネット9、10が配置される。このマグネット9、10は、センタコア1を通過するコイル磁束と反対方向に磁束を発生させることにより、点火コイルをコアの磁化曲線の飽和点以下で動作させるものである。このマグネットは、センタコア1の一端にだけ配置してもよい。24はセンタコア1の軸方向の熱膨張を吸収する弾性体（例えばゴム）である。

【0027】図2に示すように二次ボビン2に内挿されるセンタコア1と二次ボビン2間には、いわゆる軟質エポキシ樹脂（可塑性エポキシ）17が充填され、二次ボ

(5)

特開2000-228322

8

ビン2、二次コイル3、一次ボビン4、一次コイル5、コイルケース8の各構成部材同士の隙間に硬質のエポキシ樹脂（熱硬化性エポキシ樹脂）8が充填されている。

【0028】軟質エポキシ樹脂17は、ガラス転移点が常温（20℃）以下で、ガラス転移点以上では弾性のある柔らかい性質（エラストマー）を有するエポキシ樹脂であり、例えばエポキシ樹脂と変性脂肪族ポリアミンの混合物である。

【0029】センタコア1、二次ボビン2間の絶縁用樹脂を軟質エポキシ樹脂17としたのは、いわゆるペンシルコイル（プラグホール内装着式の独立点火形の点火コイル）が厳しい温度環境（-40℃~130℃程度の熱ストレス）にさらされることに加えて、センタコア1の線膨張率（13×10⁻⁶mm/℃）と硬質エポキシ樹脂の線膨張率（40×10⁻⁶mm/℃）との差が大きいこと、通常の絶縁用エポキシ樹脂（軟質エポキシ樹脂17よりも硬質のエポキシ樹脂組成物）を用いた場合には、ヒートショック（熱衝撃）によりエポキシ樹脂にクラックが生じ、絶縁破壊が起こる心配があるためである。すなわち、このようなヒートショックに対処するため、熱衝撃吸収に優れた弾性体で絶縁性を有する軟質エポキシ樹脂17を用いた。

【0030】ここで、二次ボビン2について説明する。本実施例の二次ボビン2は、次の知見の下に成立したものである。

【0031】①二次ボビン2は、〔二次ボビン2の許容応力 σ_c （-40℃-軟質エポキシ樹脂17のガラス転移点Tg）での発生応力 σ 〕の条件を満足すること。ここでは、一例として、軟質エポキシ樹脂17のガラス

30 転移点がTg=-25℃のものを例示する。

【0032】例えば、軟質エポキシ樹脂17のガラス転移点がTg=-25℃である場合には、二次ボビン2が130℃から-40℃に温度変化する環境に置かれて内燃機関運転停止後の温度降下により収縮した時に、130℃~-25℃の範囲では二次ボビン2の収縮が軟質エポキシ樹脂17の弾性吸収により受け入れられるため、二次ボビン2内部に生じる熱応力 σ のうちセンタコア1側から受ける分 σ は実質無応力である。ただし、全体的にみれば、二次ボビン2が熱収縮しようとする、二次ボビン2より線膨張率（熱膨張係数）の小さい一次コイル5、二次コイル3が硬質エポキシ樹脂8を介して二次コイル3の熱収縮を抑えようとする。換言すれば、一次コイル5及び二次コイル3は、二次ボビン2に対して相対的に周方向に引っ張り力を与える。それによって、一次コイル5から作用する熱応力分 σ と二次コイル3から作用する熱応力分 σ を合わせたものが二次ボビン2の内部応力 σ の主な要素となる。

【0033】-25℃~-40℃の温度範囲では、軟質エポキシ樹脂17がガラス状態に移行し、それにより二次ボビン2の収縮（変形）はセンタコア1側からも阻止

50

(6)

特開 2000-228322

9

されるので、二次ボビン2の内部には、上記した一次コイル、二次コイルによって与えられる熱応力分 σ_1 、 σ_2 に、センターコア側からの力によって与えられる熱応力分 σ_3 が加わり、これらの σ_1 、 σ_2 、 σ_3 をあわせた応力が二次ボビン2の内部応力 σ の主たる要素となる。

【0034】二次ボビン2に生じる熱応力 σ は、 $\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \alpha \cdot T$ として表せる。Eは二次ボビン2のヤング率、 ε はひずみ、 α は二次ボビンの線膨張率、Tは温度変化（温度差）、二次ボビン2の許容応力 σ_0 が発生応力 σ より大きい場合には（ $\sigma < \sigma_0$ ）、二次ボビン2は破壊しない。

【0035】二次ボビン2は、エポキシ樹脂8と接着性の良い材料を選定すること。エポキシ樹脂8との接着性が悪い場合は、二次ボビン2とエポキシ樹脂8の間に剥離が生じ、絶縁破壊の心配がある。

【0038】ここで、絶縁用樹脂とボビン材の間に剥離（絶縁用樹脂のクラックも含む）が生じた場合の絶縁破壊のメカニズムについて図8を用いて説明する。

【0037】図8は内二次コイル構造のベンシルコイルの一部を拡大して示し、二次ボビン2の外表面に二次コイル3を分割巻きするための溝（各スプールエリアを設定するための溝）2Bが軸方向に間隔を置いて複数配設されている場合の一部拡大断面図である。

【0038】エポキシ樹脂8のうち、二次ボビン2・一次ボビン4間に充填されるエポキシ樹脂8は、樹脂注入（真空注入）により、二次コイル3・一次ボビン4間の他に二次コイル3の線間に浸透されて二次ボビン2の外表面に至る。また、センターコア1・二次ボビン2との間には、既述のように軟質エポキシ樹脂17が充填されている。

【0039】この場合、絶縁用樹脂と二次ボビン、一次ボビンとの密着強度（接着強度）が弱ければ、符号イで示すように二次ボビン2と二次コイル3間に浸透した絶縁用樹脂8との間、及び符号ロで示すように二次ボビン2Bと絶縁用樹脂8との間に剥離が発生する。また、符号ハで示すように絶縁用樹脂8と一次ボビン4の間や、符号ニで示す絶縁用樹脂17と二次ボビン2の間も剥離が生じる可能性領域と考えられている。

【0040】符号イで示す位置に剥離が発生すると、剥離した箇所（空隙）を通じて二次コイル3の線間電圧により電界集中が発生し、二次コイル3の線間に部分放電ひいては発熱、二次コイルの線材のエナメル被覆が焼損してレアーショットが発生する。また、符号ロで示す位置に剥離が発生すると、二次コイル3の隣接する分割巻きエリア間の線材同士に電界集中が発生し、上記同様の部分放電によりレアーショットが発生する。符号ハで示す位置に剥離が発生すると二次コイル3・一次コイル5間に絶縁破壊が発生し、符号ニで示す位置に剥離が発生すると二次コイル3・センターコア1間に絶縁破壊が発生する。

10

【0041】本実施例では、上記②の条件を満足させるために、二次ボビン2の材料としてエポキシ樹脂と接着性に優れた変性PPEを用いている。この材料は、強度確保のために、無機物（ガラスフィラー、マイカ等）が含有されているが、さらに、本実施例では、上記③の条件を満足させるため、すなわち、二次ボビンの線膨張率 α をできるだけ小さくし、ひいては熱応力（内部応力） σ を小さくするため、及び上記した許容応力 $\sigma_0 > \sigma$ を実現するために、無機物を20重量%以上、より好ましくは30重量%以上混入させている。また、二次ボビン2の射出成形性を確保するためには、樹脂の溶解状態での流動性を向上させる必要があり、無機物はガラスフィラーなどの繊維系のものでなく、非繊維状無機物であるマイカを混入している。

【0042】図10に本実施例における二次ボビン2の一部を半分にした断面斜視図を示し、本実施例の二次ボビン2の成形時の樹脂流動方向は、ボビンの軸方向にあり、ボビンの径方向及び周方向が二次ボビンの樹脂流動方向に対して直角方向となる。図11は図10のP部を模式的に拡大した図であり、充填材であるガラス繊維は樹脂流動方向に向いており、したがって軸方向の二次ボビンの線膨張率は、これに直角な径方向及び周方向に比べて十分に小さい。樹脂の流動性を損なわず径方向及び周方向の線膨張率を小さくしたい場合には、ガラス繊維に加えて非繊維状の充填材（例えばマイカ、タルク等）を混入して、径方向及び周方向の線膨張率をできるだけ小さくする必要がある。二次ボビン2は内部応力（熱応力） σ に耐えるためには、ボビンの周方向（樹脂流動方向に対して直角方向）の線膨張率をできるだけ小さくする必要がある。

【0043】図13に二次ボビン2を変性PPE（ガラス繊維20重量%ベース）とした場合のマイカ含有量と樹脂流動方向に対し直角方向の線膨張率（ASTM D 698に準ずる試験方法で-30℃～-10℃の平均の線膨張率）の関係を示す。図中のE-6は10⁻⁶を表す。この場合、無機物の充填材は全体的には20重量%（ガラス繊維20重量%、マイカ0重量%）で線膨張率が約70×10⁻⁶mm/℃（試験例では86.8×10⁻⁶mm/℃）とすることができ、また、ガラス繊維20重量%、マイカ20重量%で線膨張率が約50×10⁻⁶mm/℃（試験例では49.3×10⁻⁶mm/℃）、ガラス繊維20重量%、マイカ30重量%で約40×10⁻⁶mm/℃（試験例では39.8×10⁻⁶mm/℃）の線膨張率が得られた。例えば、線膨張率を約40～50×10⁻⁶mm/℃程度に抑えることを意図する場合には、ガラス繊維が20重量%の場合にはマイカは20～30重量%となるが、ガラス繊維が15～25重量%程度の場合に線膨張率を40～50×10⁻⁶mm/℃程度に抑えたい場合には、マイカは15～35重量%程度必要とされる。具体的には、変性PPEが45～60重量

11

%, ガラス繊維が15~25重量%, マイカが15~35重量%である。その最過例として、本実施例では、二次ボビン3は、変性PPEが55重量%, ガラス繊維が20重量%, マイカが30重量%としている。図13に示すようにマイカ含有量と直角方向の線膨張率は略比例関係にある。

【0044】なお、無機物50%入り変性PPEは、線膨張率 α が成形時の樹脂流動方向では $-30^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲で $20\sim 30\times 10^{-5}\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ である。

【0045】ここで、二次ボビン2の強度を確保するためには、ボビンの肉厚が厚い方が有利であることはいうまでもないが、ペンシルコイルは一般的に $\phi 19\sim \phi 28\text{mm}$ 程度の細いブラグホールに内挿する必要があるため、内挿されるコイル部の外径はサイドコアを含めて $\phi 18\sim \phi 27\text{mm}$ 程度となる。この狭い空間の中で、コイルケース6、一次コイル5、一次ボビン4、二次コイル3、二次ボビン2、センタコア1等の構成部材間や構成部材自身の空隙にボイド等の欠陥を無くすエポキシ樹脂8を充填する必要がある。したがって、各部の肉厚は極力少なくすることが望ましい。

【0046】本実施例では、一次ボビン肉厚0.5mm~1.2mm、二次ボビン肉厚0.7~1.8mmとし、また、ボビンの長さは50~150mmとする。

【0047】二次ボビン2に巻かれる二次コイル3は線間にエポキシ樹脂8が含まれた状態で線膨張率が -40°C で約 $22\times 10^{-5}\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ であり、また、一次ボビン4に巻かれる一次コイル4は線間にエポキシ樹脂8が含まれた状態で線膨張率が -40°C で約 $22\times 10^{-5}\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ 程度である。なお、本明細書の線膨張率は、ASTMD 696に準ずる試験方法によるものである。

【0048】二次コイル3は、線径が0.03~0.1mm程度のエナメル線を用いて、合計5000~35000回程度分割巻きされている。一方、一次コイル5は、線径0.3~1.0mm程度のエナメル線で、一層あたり数十回ずつ数層（ここでは2層）にわたり合計100~300回程度巻き回されている。一次コイル5の外被構造については、後述する。

【0049】一次ボビン4は、ゴムを含有するPBTよりなる。PBTを用いた理由は、エポキシ樹脂8の線膨張率と同等か或いは $\pm 10\%$ の範囲の線膨張率にするためであり、また、ゴムを含有することでエポキシ樹脂8との密着性が増すためである。具体的には、その組成は、例えば、PBTが55重量%、ゴムが5重量%、ガラス繊維が20重量%、板状エラストマーが20重量%である。

【0050】一次コイル5には、図9の模式図に示すように銅線（ $\phi 500\sim 800\mu\text{m}$ ）の回りに厚さ10~20 μm の絶縁体（例えば、エステルイミド、アミドイミド、ウレタン等）の被覆5Aのほかに、さらにその外に一次コイル5と一次コイル周囲に充填されている絶縁

(7)

特開 2000-228322

12

用樹脂（エポキシ樹脂）8との間を剥離し易くした被覆（オーバーコーティング）5Bが施されている。このオーバーコーティング5Bは、上記絶縁体5Aと同じ材料に滑り性を良くするナイロン、ポリエチレン、テフロン等のいずれかを数%添加するものであり、その厚さは1~5 μm の被膜である。

【0051】このように、一次コイル5に、あえてエポキシ樹脂8との密着性が良くないオーバーコーティング5Bを施す理由は、二次ボビン内部に生じる応力 σ のうち一次コイル5と二次ボビン2の熱収縮差（線膨張率差）によって二次ボビン内部に生じる応力分 σ_1 を減少させるため（上記条件①を満足させるため）である。

【0052】すなわち、上記オーバーコーティング5Bの存在によって、図4に示すように一次コイル5とその周囲にあるエポキシ樹脂8との間に剥離部（空隙）50が生じ、剥離部50は、一次ボビン4・一次コイル5間に充填されるエポキシ樹脂8と一次コイル5との間や一次コイル5の層間にもエポキシ樹脂8と共存することになる。なお、図4は図2のC部拡大断面図であり、C部に相当する箇所を撮影した顕微鏡断面写真（倍率30倍~40倍）を基にして作図したものである。

【0053】このように一次ボビン4と一次コイル5との間や一次コイル5の層間に空隙（剥離部）50を介在させることで、一次コイル5から二次ボビン2に作用する周方向の引っ張り力（一次コイル・二次ボビンの熱膨張率に基づく引っ張り力）の経路を遮断することが可能になる。したがって、二次ボビン内部に生じる応力 σ のうち一次コイルの存在により与えられる応力分 σ_1 を減少させることで、 σ を20%以上小さく（緩和）することが可能になる。また、変性PPEの線膨張率を上記したように無機物充填物の20%以上の配合により、二次ボビンの材質改善からの内部応力（熱応力）の減少も図ることができ、本発明者らのCAE解析例によれば、二次ボビン2の周方向（ボビン成形の樹脂流動方向に対して直角方向でもあり、ここでは θ 方向と称することもある）の発生応力 σ を、上記の空隙50の応力緩和作用との相乗作用により、大幅に減少させることができる。

【0054】図12に、本実施例における二次ボビンの樹脂流動方向（ボビン軸方向）に対し直角方向の線膨張率と二次ボビンの発生応力（ θ 方向）との関係を示す。

【0055】図12の二次ボビンの発生応力（熱応力）は、CAE解析ソフトを用いて、イグニッションコイルの3次元モデルを作成し、各部品の材料物性値（線膨張率、ヤング率、ポアソン比）をそれぞれ入力し、エポキシが硬化する時の温度130 $^{\circ}\text{C}$ 時の発生応力を0とし、-40 $^{\circ}\text{C}$ 時に発生する θ 方向の内部応力を求めたものである。ただし、物性値における線膨張率は、-40 $^{\circ}\text{C}$ の近似値として、-30 $^{\circ}\text{C}\sim -10^{\circ}\text{C}$ の平均が35~75 $\times 10^{-5}\text{mm}/^{\circ}\text{C}$ の二次ボビン材料のものを用いた。

【0056】図12において、実線Aが本実施例に相当す

(8)

特開 2000-228322

13

るもので（一次コイルの周囲に上記した剥離部 50 を設けたもの）、図 13 で例示した二次ボビン材（図 12 のガラスフィラ-20 重量%ベースで、マイカ 0 重量パーセント、20 重量パーセント、30 重量パーセント）を意識し、その二次ボビンの線膨張率の近似値として、 $-30^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ の平均が $35 \sim 75 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ のものを用い、具体的には約 $40 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ （厳密には $39.6 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ ）、約 $50 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ （厳密には $49.3 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ ）、約 $70 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ （厳密には $66.8 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ ）と、裕度として $35 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ 及び $75 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ の計 5 つの二次ボビンの θ 方向の -40°C 時近似線膨張率を用いて CAE 解析を行なったものである。

【0057】その解析結果、二次ボビンが近似 -40°C 時（ $-30^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ 時）の線膨張率の平均が $35 \sim 75 \times 10^{-5} \text{ mm}/^{\circ}\text{C}$ の場合（平均の下限值 35 は二次ボビンの成形可能な無機物充填配合量の制約に基づくものである）には、二次ボビンの発生応力が 70 MPa（本発明者らが目安とする二次ボビンの内部応力（熱応力）の許容上限）以下になる解析結果が得られた。

【0058】この発生応力 70 MPa 以下は、本発明者らの CAE 解析によるものであるが、その数値の根拠は、図 14 で示すようにこの種の内燃機関用点火コイルの耐久性を十分に満足させる熱サイクル試験（ $130^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ の温度変化を 300 回繰り返す試験）に合格するためのものである。図 14 は、二次ボビン 2 の発生応力と熱サイクル数の特性試験図であり、横軸に熱サイクル数を示し、縦軸は発生応力を示し、70 MPa 以下が熱サイクル 300 回以上でも二次ボビン 2 にクラックが生じないところである。

【0059】なお、図 12 における実線 B は、一次コイルの周囲に上記した剥離部 50 を設けない点火コイルにおいて、 θ 方向の線膨張率を実線 A 同様に設定した場合の二次ボビン発生応力の解析結果を示す比較例で、この場合には、いずれも二次ボビンの周方向の発生応力が 80 MPa 以上となるものである。

【0060】なお、上記のような剥離部 50 を一次ボビン 4 と一次コイル 5 や一次コイル 5 の層間との間に設けても、一次コイル 5 は低電位（ほぼ接地電位）であるので、一次コイル 5 同士での電界集中が発生せず、また、二次コイル 3・エポキシ樹脂 8・一次ボビン 4 間が隙間なく密着していれば、一次コイル・二次コイル間の絶縁を十分に確保でき、しかも、二次コイルの線間電圧による電界集中防止を十分に図れることが本発明者らの試験結果、確認されている。

【0061】特に、本実施例では、一次ボビン 4 にゴム入りの PBT を用いることで、エポキシ樹脂 8 との密着性を増し、それにより一次ボビン 4 の内径側ではエポキシ樹脂 8 との剥離が確実に防止され、上記した二次コイ

14

ル 3・エポキシ樹脂 8・一次ボビン 4 間の密着性を保持して良好な絶縁性能を発揮することができる。

【0062】なお、一次ボビン 4 は、PPS（ポリフェニレンサルファイド）、変性 PPE 等の熱可塑性樹脂を用いてもよい。

【0063】コイルケース 6 は、PBT、PPS、変性 PPE 等の熱可塑性樹脂が用いられる。コイルケース 6 の外側面にはサイドコア 7 が装着される。サイドコア 7 は、センタコア 1 と協働して磁路を構成するもので、0.3 mm ～ 0.5 mm 程度の薄い珪素鋼板或いは方向性珪素鋼板を管状に丸めて成形される。

【0064】20 はコイルケース 6 の上部に結合された点火回路ユニット（イグナイタ）であり、ユニットケース 20a 内に点火コイルを駆動するための電子回路（点火駆動回路 23）が内装され、外部との接続コネクタ部 21 がユニットケース 20a と一体に成形されている。

【0065】本実施例の点火駆動回路 23 は、最終的にはトランスファモールドされるもので、図 7（a）にその単独製品の正面図、（b）に上面図を示し、（c）にトランスファモールドする前の端子 33 付きのベース（基板）31 に点火駆動回路用のハイブリッド IC 30a とパワー素子（半導体チップ）30b とを搭載した状態を示す。図 7（a）～（c）に示すようにベース 31 にハイブリッド IC 30a とパワー素子 30b とを搭載後にトランスファモールド 32 が施される。

【0066】図 6 にこのトランスファモールドされた点火駆動回路 23 をユニットケース 20a 内に搭載した状態を示し、この搭載時に点火駆動回路 23 の端子 33 とユニットケース 20a 側のコネクタ端子 22 との接続後にユニットケース 20a 内にエポキシ樹脂 8 の注入硬化が行なわれる。図 1 では、このエポキシ樹脂 8 をユニットケース 20a 内に充填した状態を示し、トランスファモールドされた点火駆動回路 23 は透視状態で図示してある。点火駆動回路 23 はエポキシ樹脂 8 により埋設される。

【0067】本実施例では点火駆動回路 23 のうちパワー・トランジスタ以外の回路要素でチップ化にならないもの、例えば、ノイズ防止用コンデンサ（図示省略）はペンシルコイル外部に外付けされる。このノイズ防止用コンデンサは、図示されない電源線とアース間に配置され、点火コイルの通電制御により発生するノイズを防止する。

【0068】このようなトランスファモールドされた点火駆動回路 23 を採用することで、点火駆動回路 23 の 1 チップ IC 化を図ることができ、製造工程簡略化によりコスト低減、入力電流を小さくできる等の利点がある。

【0069】11 は高圧ダイオード、12 は板ばね、13 は高圧端子、14 は点火プラグ接続用のスプリング、15 は点火プラグ接続用のゴムブーツである。高圧ダイ

(9)

特開 2000-228322

15

オード 11 は、二次コイル 3 で発生した高電圧を板ばね 12、高圧端子 13、スプリング 14 を介して点火プラグに供給する場合に過早着火を防止する役割をなす。

【0070】本実施例の主な作用、効果は次の通りである。

【0071】(1) プラグホール内に装着されて過酷な温度環境にさらされる独立点火形の点火コイルであっても、二次ボビンに生じる内部応力(熱応力) σ を小さくすることができる。

【0072】したがって、本実施例によれば、二次ボビンの内部応力 σ を大幅に減少させて、二次ボビンのクラック防止(縦割れ防止)を確実に図ることができる。試験的には、130℃〜40℃の温度変化を繰り返して 300 回与えて、二次ボビン 2 を観察したところ、二次ボビン 2 に損傷は発生しておらず、健全性が維持されていることが確認された。

【0073】(2) また、上記のように空隙 50 を設けたとしても、二次ボビン 2 に対するエポキシ樹脂の接着性(密着性)及び一次ボビン 4 の内側に対するエポキシ樹脂との接着性が良好であるので、絶縁性に支障なく、信頼性の高いペンシルコイルを提供することができる。

【0074】なお、上記実施例では、一次コイル 4 とその周囲の絶縁樹脂 8 との間で隙間 50 を形成するが、そのほか、図 5 に示すように一次ボビン 4・一次コイル 5 間に充填される絶縁用樹脂(エポキシ樹脂) 8 と一次ボビン 5 との間で空隙部(剥離部) 51 を形成しても、上記した本実施例の効果(1)を期待することができる。

【0075】例えば、図 5 の実施例では、一次ボビン 4 のうち一次コイル 5 を巻く側のボビン表面(ボビンの外側の表面)に、該ボビン表面とこのボビン表面に接するエポキシ樹脂 8 との間を剥離し易くしたオーバーコーティング 4A(被覆膜)を塗布することで、空隙部 51 を確保している。オーバーコーティング 4A の材質は、既述したオーバーコーティング 5B と同様の材質である。また、一次ボビンの外側の表面に上記したようなオーバーコーティングではなく、エポキシと接着力の弱いシートを貼り付けるなどしてもよい。

【0076】また、上記隙間 50、51 の双方を設けてもよい。

【0077】図 15 は本発明の他の実施例を示す一部省略断面図であり、図示しないが一次ボビン 4 と一次コイル 5 との間、或いは/及び、一次コイル 5 の層間に上記同様の応力緩和用の隙間(剥離部) 50、51 を設けており、また、その構成は、以下の点を除いて前述した実施例と同様である。前述の実施例と同一の符号は同一或いは共通する要素を示す。

【0078】すなわち、前述の実施例と異なる点は、センタコア 1 と二次ボビン 2 との間に軟質エポキシ樹脂 17 を注入させるものではなく、これに代わるものとして、センタコア 1 は、二次ボビン 2 の内側に配置される

16

前に予め弾性を有する絶縁部材 60、例えばシリコンゴム、ウレタン、アクリル樹脂等により被覆され、この被覆されたセンタコアが二次ボビン 2 内に配置されてセンタコア 1 と二次ボビン 2 間に硬質エポキシ樹脂 8 が充填されている。

【0079】本実施例によれば、前記第 1 実施例と同様の効果を奏するほかに、次のような作用、効果を奏する。センタコア 1 と二次ボビン 2 間の熱衝撃を弾性部材(センタコアコーティング) 60 が吸収することで、二次ボビン 2 の熱応力 σ を小さくすることに貢献でき、しかも、軟質エポキシ樹脂を挟んだ二次ボビンとセンタコア間に注入硬化作業(真空中での注入硬化)に比べて、そのセンタコアコーティング 60 は単品で行なうことができ、また、このコーティング付きのセンタコア 1 を二次ボビンに内挿後に行なうセンタコア・二次ボビン間の通常の硬質エポキシ樹脂の注入硬化は軟質エポキシに比べて粘性が低いために容易に行なうことができるので、作業コストの低減を図れ、しかも、センタコアから発生する磁気振動の吸収も効果的に低騒音化を図る利点を有している。

【0080】

【発明の効果】本発明によれば、プラグホール内に装着されて過酷な温度環境にさらされる独立点火形の点火コイルにおいて、構成部材間の線膨張率差に基づく二次ボビンの熱応力を緩和して、二次ボビンの割れ防止の確実性を図り、電氣的絶縁の健全性を保持してこの種点火コイル装置の高品質、高信頼性を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例に係る内燃機関用点火コイルの縦断面図。

【図 2】図 1 の B 部を拡大して横にした状態で示す拡大図。

【図 3】図 1 の A-A' 横断面図。

【図 4】図 2 の C 部拡大断面図。

【図 5】本発明の他の実施例に係る C 部拡大断面図。

【図 6】上記実施例のイグナイタケースの上面図。

【図 7】(a) は上記実施例に用いるトランスフォーマー下された点火駆動回路を示す正面図、(b) はその上面図、(c) は点火駆動回路を搭載したトランスフォーマー下前の上面図。

【図 8】点火コイルの各部にクラックが生じた場合の絶縁破壊を態様を示す模式図。

【図 9】上記実施例に用いる一次コイルの断面図。

【図 10】上記実施例に用いる二次ボビンの一部を反割りにして局部的に断面した状態を示す模式図。

【図 11】図 10 の P 部拡大図。

【図 12】本発明と従来例との二次ボビンの周方向(樹脂成形の流動方向に対し直角方向)の線膨張係数と二次ボビンの発生応力との関係を示す線図。

【図 13】二次ボビンの Mica 含有量と線膨張係数の関係

(10)

特開 2000-228322

17

18

を示す線図。

【図 14】二次ボビンの発生と熱サイクル数の関係を示す線図。

【図 15】本発明の他の実施例に係る内燃機関用点火コイルの縦断面図及びその E 部拡大断面図。

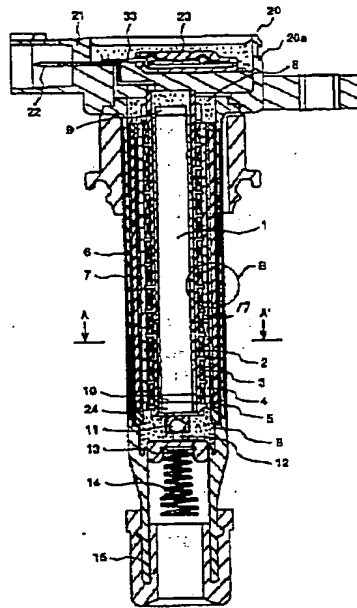
【符号の説明】

* 1…センタコア、2…二次ボビン、3…二次コイル、4…一次ボビン、5…一次コイル、5A…絶縁被膜、5B…滑り性を良くした被膜、6…コイルケース、8…エポキシ樹脂、17…軟質エポキシ樹脂、50、51…空腔部（剝離部）。

*

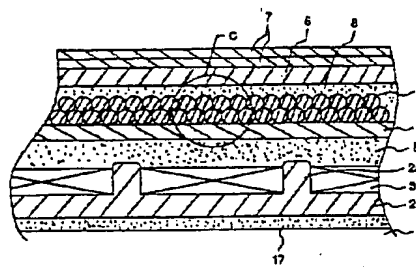
【図 1】

図 1



【図 2】

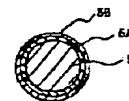
図 2



1—センタコア 2—二次ボビン 3—二次コイル
4—一次ボビン 5—一次コイル 6—コイルケース
7—サイドコア 8—エポキシ樹脂 17—軟質エポキシ

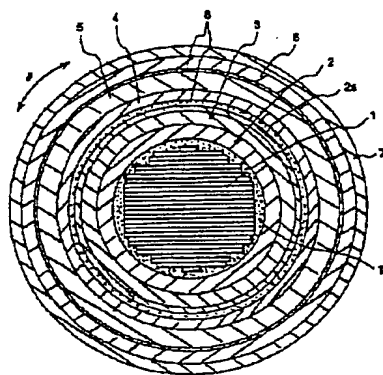
【図 9】

図 9



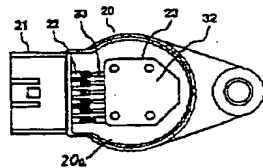
【図 3】

図 3



【図 6】

図 6



(11)

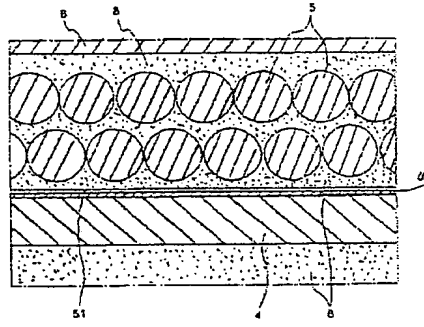
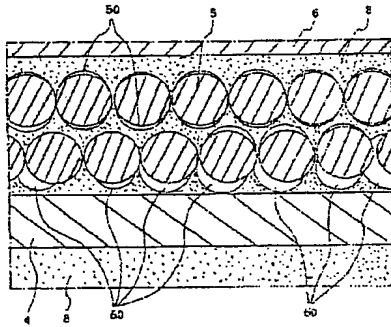
特開 2000-228322

【図4】

【図5】

図 4

図 5



【図7】

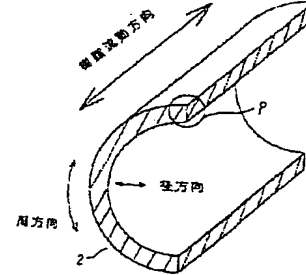
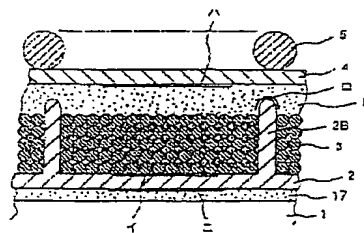
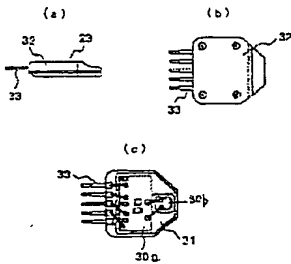
【図8】

【図10】

図 7

図 8

図 10

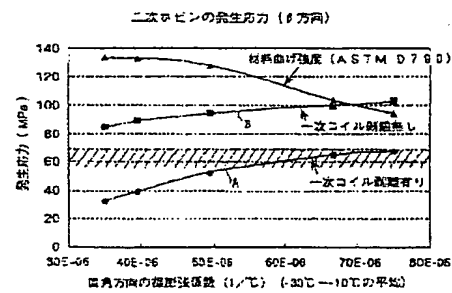
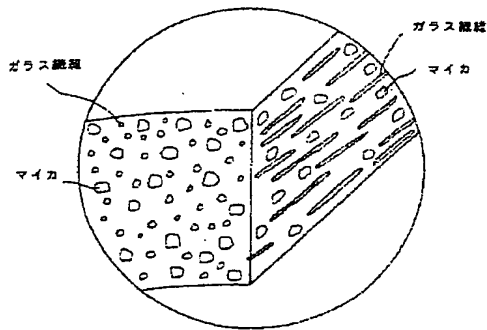


【図11】

【図12】

図 11

図 12



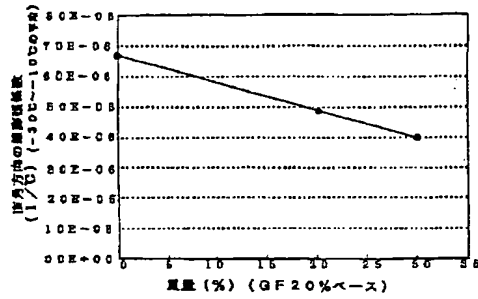
(12)

特開 2000-228322

【図 13】

図 13

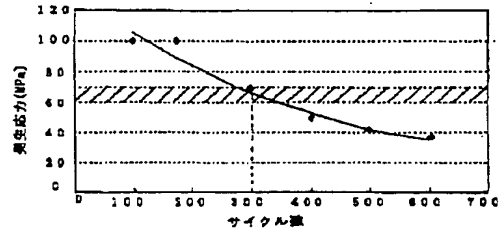
二次ボビンのM/c含有量と絶縁係数の関係



【図 14】

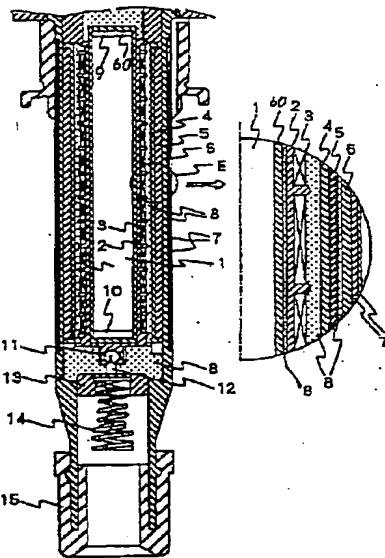
図 14

発生応力とサイクル数の関係



【図 15】

図 15



(13)

特開 2000-228322

【手続補正書】

【提出日】平成11年6月11日(1999. 6. 11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のプラグホールに内挿されて各点火プラグに直結して使用され、その内挿される部分の外径が $\phi 1.8 \sim \phi 2.7$ mmの独立点火形の内燃機関用点火コイルであって、コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填されている内燃機関用点火コイルにおいて、

前記一次ボビンと前記一次コイルとの間、或いは/及び、前記一次コイルの層間に、二次ボビン内部に生じる熱応力のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる空隙部を前記絶縁用樹脂と共存させたことを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項2】 内燃機関のプラグホールに内挿されて各点火プラグに直結して使用され、その内挿される部分の外径が $\phi 1.8 \sim \phi 2.7$ mmの独立点火形の内燃機関用点火コイルであって、コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填されている内燃機関用点火コイルにおいて、

前記二次ボビンが無機物の充填材を20重量%以上含有する変性PPEよりなり、前記一次ボビンと前記一次コイルとの間、或いは/及び、前記一次コイルの層間に、二次ボビン内部に生じる熱応力のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる空隙部を前記絶縁用樹脂と共存させたことを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項3】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、

前記一次ボビンと前記一次コイルとの間、或いは/及び、一次コイルの層間に、二次ボビン内部に生じる熱応力のうち一次コイルと二次ボビンの熱収縮差によって二次ボビン内部に生じる応力分を減少させる空隙部を前記絶縁用樹脂と共存させたことを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項4】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、

前記一次ボビンと前記一次ボビン・一次コイル間に充填される絶縁用樹脂との間、該一次ボビン・一次コイル間に充填される絶縁用樹脂と前記一次コイルとの間、前記一次コイルと該一次コイルの層間に充填される絶縁用樹脂との間の少なくとも一つに剥離部が形成されていることを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項5】 前記二次ボビンは、変性PPEが45～80重量%、ガラス繊維が15～25重量%、非繊維状の無機質充填材が15～35重量%である請求項1ないし4のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項6】 前記二次ボビンは、樹脂成形の樹脂流動方向がボビン軸方向でこの樹脂流動方向に対して直角方向の線膨張率が、ASTM D 888に準ずる試験方法で $-30^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ の平均が $3.5 \sim 7.5 \times 10^{-2}$ である請求項1ないし5のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項7】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、

前記一次コイルには、該一次コイルと一次コイル周囲に充填されている絶縁用樹脂との間を剥離し易くした被膜或いは被覆が施されていることを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項8】 前記一次コイルに施される被膜或いは被覆は、一次コイル周囲に充填されている絶縁用樹脂と接着力の小さい材料よりなる請求項7記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項9】 コイルケース内に内側から順にセンタコア、二次ボビンに巻かれた二次コイル、一次ボビンに巻かれた一次コイルが同心状に配置され、これらの構成部材間に絶縁用樹脂が充填され、内燃機関の各点火プラグに直結して使用される独立点火形の内燃機関用点火コイルにおいて、

前記一次ボビンのうち一次コイルを巻く側のボビン表面に、該ボビン表面とこのボビン表面周囲の絶縁用樹脂との間を剥離し易くした被膜或いは被覆が施されていることを特徴とする内燃機関用点火コイル。

【請求項10】 前記一次ボビンの一次コイルを巻く側のボビン表面に施される被膜或いは被覆は、一次コイル周囲に充填されている絶縁用樹脂と接着力の小さい材料

(14)

特開 2000-228322

よりなる請求項9記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項11】 前記被膜或いは被覆の材料は、ナイロン、ポリエチレン、テフロン of のいずれか一つを含有させた絶縁材料である請求項7ないし10のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項12】 前記一次ボビン は、ゴムを含有するポリブチレンテレフタレートよりなる請求項1ないし11のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【請求項13】 前記センタコアは、前記二次ボビンの内側に配置される前に予め弾性を有する絶縁部材により被覆され、この被覆されたセンタコアが二次ボビン内に配置されてセンタコアと二次ボビン間に硬質エポキシ樹脂が充填されている請求項1ないし12のいずれか1項記載の内燃機関用点火コイル。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】さらに、上記の内部応力 σ を下げる線膨張率の観点からすれば、特に、樹脂成形の樹脂流動方向がボビン軸方向である場合には、この樹脂流動方向に対して直角方向（ボビンの半径方向及び周方向に相当するもので、特に、周方向の内部応力を抑えることがボビン縦割れ防止のポイントとなる）の線膨張率が、上記のような無機質充填材が含有量の制限の範囲内で、ASTM D 698に準ずる試験方法で $-30^{\circ}\text{C}\sim-10^{\circ}\text{C}$ 時の平均が $35\sim75\times 10^{-6}$ であるものが好ましい結果が得られた。この詳細は、実施の形態の項で説明する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】センタコア1、二次ボビン2間の絶縁用樹脂を軟質エポキシ樹脂17としたのは、いわゆるペンシルコイル（プラグホール内装着式の独立点火形の点火コイル）が厳しい温度環境（ $-40^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ 程度の熱ストレス）にさらされることに加えて、センタコア1の線膨張率（ 13×10^{-6} ）と硬質エポキシ樹脂の線膨張率（ 40×10^{-6} ）との差が大きいため、通常の絶縁用エポキシ樹脂（軟質エポキシ樹脂17よりも硬質のエポキシ樹脂組成物）を用いた場合には、ヒートショック（熱衝撃）によりエポキシ樹脂にクラックが生じ、絶縁破壊が起こる心配があるためである。すなわち、このようなヒートショックに対処するため、熱衝撃吸収に優れた弾性体で絶縁性を有する軟質エポキシ樹脂17を用いた。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】図13に二次ボビン2を交性PPE（ガラス繊維20重量%ベース）とした場合のマイカ含有量と樹脂流動方向に対し直角方向の線膨張率（ASTM D 698に準ずる試験方法で $-30^{\circ}\text{C}\sim-10^{\circ}\text{C}$ の平均の線膨張率）の関係を示す。図中のE-6は 10^{-6} を表す。この場合、無機物の充填材は全体的には20重量%（ガラス繊維20重量%、マイカ0重量%）で線膨張率が約 70×10^{-6} （試験例では 66.8×10^{-6} ）とすることができ、また、ガラス繊維20重量%、マイカ20重量%で線膨張率が約 50×10^{-6} （試験例では 49.3×10^{-6} ）、ガラス繊維20重量%、マイカ30重量%で約 40×10^{-6} （試験例では 39.8×10^{-6} ）の線膨張率が得られた。例えば、線膨張率を約 $40\sim 50\times 10^{-6}$ 程度に抑えることを意図する場合には、ガラス繊維が20重量%の場合にはマイカは20～30重量%となるが、ガラス繊維が15～25重量%程度の場合に線膨張率を $40\sim 50\times 10^{-6}$ 程度に抑えたい場合には、マイカは15～35重量%程度必要とされる。具体的には、交性PPEが45～60重量%、ガラス繊維が15～25重量%、マイカが15～35重量%である。その最適用として、本実施例では、二次ボビン3は、交性PPEが55重量%、ガラス繊維が20重量%、マイカが30重量%としている。図13に示すようにマイカ含有量と直角方向の線膨張率は略比例関係にある。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】なお、無機物50%入り交性PPEは、線膨張率 α が成形時の樹脂流動方向では $-30^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲で $20\sim 30\times 10^{-6}$ である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正内容】

【0047】二次ボビン2に巻かれる二次コイル3は線間にエポキシ樹脂8が含まれた状態で線膨張率が -40°C で約 22×10^{-6} であり、また、一次ボビン4に巻かれる一次コイル4は線間にエポキシ樹脂が含まれた状態で線膨張率が -40°C で約 22×10^{-6} 程度である。なお、本明細書の線膨張率は、ASTM D 698に準ずる試験方法によるものである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

(15)

特開 2000-228322

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】図12の二次ボビンの発生応力（熱応力）は、CAE解析ソフトを用いて、イグニッションコイルの3次元モデルを作成し、各部品（材料物性値（線膨張率、ヤング率、ポアソン比）をそれぞれ入力し、エボキシが硬化する時の温度130℃時の発生応力を0とし、-40℃時に発生するθ方向の内部応力を求めたものである。ただし、物性値における線膨張率は、-40℃の近似値として、-30℃～-10℃の平均が $35 \sim 75 \times 10^{-6}$ の二次ボビン材料のものを用いた。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正内容】

【0056】図12において、実線Aが本実施例に相当するもので（一次コイルの周囲に上記した剥離部50を設けたもの）、図13で例示した二次ボビン材（図12のガラスフィラー20重量%ベースで、マイカ0重量パー

*セント、20重量パーセント、30重量パーセント）を認識し、その二次ボビンの線膨張率の近似値として、-30℃～-10℃の平均が $35 \sim 75 \times 10^{-6}$ のものを、具体的には約 40×10^{-6} （厳密には 38.6×10^{-6} ）、約 50×10^{-6} （厳密には 49.3×10^{-6} ）、約 70×10^{-6} （厳密には 66.8×10^{-6} ）と、裕度として 35×10^{-6} 及び 75×10^{-6} の計5つの二次ボビンのθ方向の-40℃時近似線膨張率を用いてCAE解析を行なったものである。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正内容】

【0057】その解析結果、二次ボビンが近似-40℃時（-30℃～-10℃時）の線膨張率の平均が $35 \sim 75 \times 10^{-6}$ の場合（平均の下限値35は二次ボビンの成形可能な無機物充填配合量の制約に基づくものである）には、二次ボビンの発生応力が70MPa（本発明者らが目安とする二次ボビンの内部応力（熱応力）の許容上限）以下になる解析結果が得られた。

フロントページの続き

(72)発明者 杉浦 登

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
式会社日立製作所自動車機器事業部内

Fターム(参考) 3G019 CA08 KA23 KC04 KC06

5E044 BA03 BB01 BB08 BC01 CA09